

補助事業番号 28-100  
補助事業名 平成28年度振動流を用いた高感度マイクロガスセンサの開発補助事業  
補助事業者名 国立大学法人東京大学 大学院工学系研究科機械工学専攻  
講師 森本賢一

## 1 研究の概要

本研究では、すべての要素デバイスを単一チップ上に統合した携帯型のマイクロガスクロマトグラフィーシステムへの搭載を想定し、新規ポリマーおよび振動流機構を用いた高感度マイクロガスセンサを開発することを目的とする。ガラス基板上に櫛歯型電極と薄膜ポリマー構造を積層した静電容量変化型センサの基本設計を行うとともに、マイクロマシン(MEMS)技術を用いたプロトタイプの試作、および特性評価実験系の構築を行った。時間応答性・検出感度などのガス検出特性を実験的に定量評価し、パリレンE(Parylene E)と呼ばれる樹脂材料が揮発性有機ガス(VOC)に対する特異的なガスセンシング特性を発揮することを新たに見出した。また、流体力学的効果を取り入れた新コンセプトに基づくデバイス設計を行い、実用化に向けた基礎設計、性能予測を行った。

## 2 研究の目的と背景

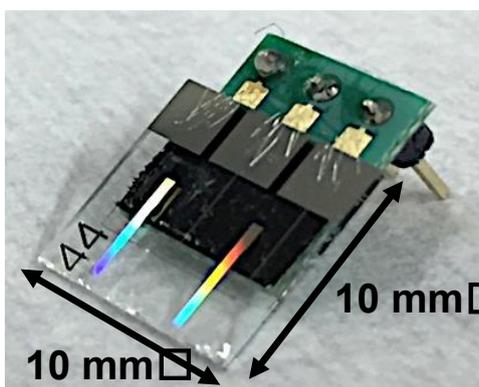
近年、ガスクロマトグラフィーシステムは、高精度なガス分析技術として環境モニタリングや食物検査への応用、生体医療分野における非侵襲診断・モニタリング手法としての応用が進められている。また、様々な施設におけるテロ対策や高い環境安全性を確保する観点から、毒ガス分析装置の汎用性・携帯性の向上に対する需要が高まっている。携帯性に優れた小型ガスクロマトグラフィーシステムにより、従来型デスクトップサイズの計測技術の飛躍的な簡便化とユーザビリティの向上が可能になるものと期待される。

本研究では、マイクロガスクロマトグラフィーシステムへの搭載を想定し、新規ポリマーおよび振動流機構を用いた高感度マイクロガスセンサを開発することを目的とした。

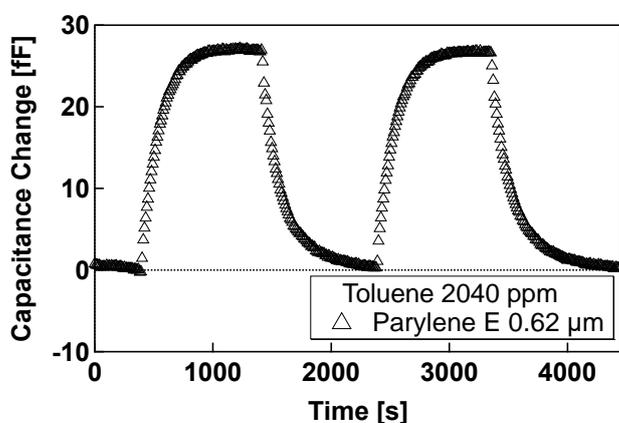
## 3 研究内容

振動流を用いた高感度マイクロガスセンサの開発

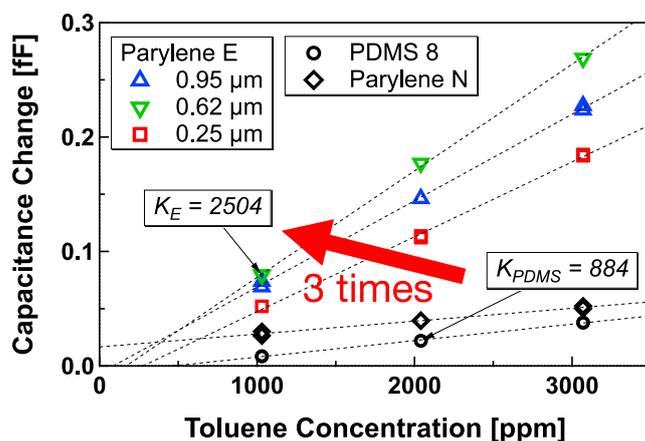
(<http://www.mes1.t.u-tokyo.ac.jp/ja/research/mhf.html>)



パリレンEを用いた高感度ガスセンサ



VOCガス（トルエン）に対する静電容量変化特性



分配係数に対する従来ポリマーとの性能比較

#### 4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

従来、静電容量変化型ガスセンサのポリマー層材料としては、比較的安価で製作性に優れたPDMSが多用されてきた。しかし、PDMSでは成膜プロセスの制約を受け、高アスペクト

比を有する3次元電極構造への均一成膜は困難であり、センサ感度特性の向上には限界があった。一方、本研究で対象としたParyleneは化学気相蒸着プロセス(CVD)に適合した材料であり、高アスペクト比電極構造に対しても均一な薄膜生成が可能である。電極構造の高アスペクト比化により飛躍的にセンサ感度特性が向上し、検出限界能をppmオーダーからppbオーダーに向上することが可能なものと予測される。

本研究では、Parylene E のガス透過性に対する系統的な基本情報は得ることに成功し、Parylene E のガスセンシング材料としての有用性を世界に先駆けて実証した。本成果は、従来センサの性能向上、消費電力削減に大きく寄与し、マイクロガス分析デバイス（マイクロガスクロマトグラフィ）の早期実用化に直結するものと考えられる。

## 5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

代表者は現在までに熱流体工学、マイクロマシン工学を専門とし、工学部機械工学科、大学院工学系研究科機械工学専攻における教育、研究に携わってきた。本研究は、ミシガン大学滞在中に着手したマイクロガスセンサに関する研究を発展させ、今後の新たな展開を図る上での重要な第一ステップと位置づけられる。

## 6 本研究にかかわる知財・発表論文等

### 【学会発表】

[1] Yeh, C.-H., Suzuki, Y., and Morimoto, K., “Performance Assessment of Parylene-Based MEMS Gas Sensors,” 第8回マイクロ・ナノ工学シンポジウム, 広島, 31pm3-PN-52 (2 pp.), Oct. 31–Nov. 2 (2017).

[2] Yeh, C.-H., Suzuki, Y., and Morimoto, K., “MEMS Gas Sensor Using Parylene E and High-Aspect-Ratio Electrode Structure for High-Sensitivity VOC Detection,” 9th JSME-KSME Thermal Fluid Eng. Conf. (TFEC9), Okinawa, TFEC9-1617, Oct. 28–30 (2017).

[3] Yeh, C.-H., Suzuki, Y., and Morimoto, K., “Development of Low-Power-Consumption Parylene Gas Sensor Using High-Aspect-Ratio Electrode Structure,” 第54回日本伝熱シンポジウム, 大宮, C314 (4 pp.), May 24–26 (2017).

[4] Yeh, C.-H., Suzuki, Y., and Morimoto, K., “PARYLENE-BASED MEMS GAS SENSOR FOR HIGH-SENSITIVITY VOC DETECTION WITH 3D ELECTRODE STRUCTURE,” International Symposium on Micro-Nano Science and Technology, Tokyo, SaA1-B-3 (1 pp.), Dec. 16–18 (2017).

7 補助事業に係る成果物

(1) 補助事業により作成したもの

<http://www.mesl.t.u-tokyo.ac.jp/ja/research/mhf.html>

(2) (1) 以外で当事業において作成したもの

なし

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 東京大学大学院工学系研究科機械工学専攻 熱流体工学研究室（トウキョウダイガクダイガクインコウガクケイケンキュウカキカイコウガクセンコウ ネットリュウタイコウガクケンキュウシツ）

住 所： 〒113-8656

東京都文京区本郷7-3-1 東京大学工学部2号館61D3室

申 請 者： 講師 森本 賢一（モリモト ケンイチ）

担 当 部 署： 森本 賢一（モリモト ケンイチ）

E - m a i l : morimoto@mesl.t.u-tokyo.ac.jp

U R L : <http://www.mesl.t.u-tokyo.ac.jp/ja/>